

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-104472

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月24日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

H 0 1 L 31/0232

H 0 1 L 31/02

C

H 0 4 B 10/14

H 0 4 B 9/00

Q

10/135

10/13

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平8-258155

(22) 出願日

平成8年(1996) 9月30日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者 竹村 浩二

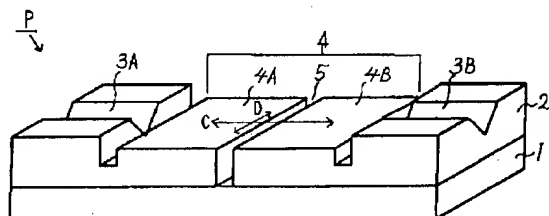
京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京セラ株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 光接続部品

(57) 【要約】

【課題】熱膨張係数の差に起因して生じる、光ファイバとの接続部の位置変動、接続損失等の増大を抑制する。

【解決手段】搭載されるLN光変調素子6と同じ熱膨張係数を有するベース基板1としてのLN基板と、光素子搭載用基板2としてのシリコン基板とを表面活性化接合法により接合した。光ファイバ設置用のV溝3A、3Bと、LN光変調素子6を搭載する搭載部4は、異方性エッチング法により形成した。シリコン基板のほぼ中央部には、D方向に沿ってシリコン基板の搭載部4が2つに分割され搭載部4A、4Bとなるように、分割溝5を形成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】搭載すべき光素子の熱膨張係数と略等しい熱膨張係数を有するベース基板と、該ベース基板上に載置固定される光素子搭載用基板とからなり、該光素子搭載用基板は中央に光素子搭載部、両端側に光素子に結合すべき光ファイバ設置用のV溝が形成されており、かつ光素子搭載部に分割溝が設けられていることを特徴とする光接続部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバによる光通信装置、光コンピュータ等の光情報処理装置及び光ファイバセンサ等に使用される光接続部品に関する。

【0002】

【従来の技術】図4は、従来のパッシブアライメント型の光接続部品P1の斜視図であり、光素子としてニオブ酸リチウム単結晶（以下LNと略す）からなるLN光変調素子6を搭載した例である。LN光変調素子6は、例えばLN基板の表面にLNよりも高屈折率の光導波路7を形成し、光導波路7に電界、音響等を印加して光出力強度、光の偏向方向あるいは光の偏光等を変調できるようにしたものである。尚、パッシブアライメントとは光結合法の1種であり、搭載される光素子に光を試験的に通過させることなく、あるいは光素子を試験的に発光させることなく、外部の光ファイバ等と光軸のアライメント（位置整合）を行うことをいう。

【0003】この光接続部品P1は、ベース基板1上に光素子搭載用基板2を載置固定し、該光素子搭載用基板2の両端部に光ファイバ設置用のV溝3を形成して構成される。そして、この光素子搭載用基板2は、V溝3に光ファイバを設置したときに、光ファイバのコアの高さとLN光変調素子6の光導波路7コアとの高さが合うように精密加工されている。また、LN光変調素子6の光素子搭載用基板2面に平行な方向（水平方向）における位置決めについては、LN光変調素子6用の搭載部4上及びLN光変調素子6に、フォトリソグラフィ法等によりマーカーを付けておき、実装時にそのマーカーを位置合わせすることにより行う。光接続部品P1の作製については、ベース基板1及び光素子搭載用基板2がウエハの状態である段階から加工を行えるので、量産化、低価格化に適している。

【0004】従来、半導体レーザやフォトダイオード等の能動光素子と光ファイバとの光学的結合を行う場合、能動光素子を発光させてその光を光ファイバを通し、光ファイバからの光出力をフォトダイオードでモニターして光軸調整を行っていた。また、光導波路素子あるいは光ファイバ結合器からなる光分岐結合器、光合分波器等の受動光素子と、光ファイバとの光学的結合においても、受動光素子の一方のポートから光ファイバを通して光を入射し、他方のポートから光ファイバを通して出射

される光出力をモニターして相互の光軸の調整を行っていた。

【0005】近年、シリコン基板の表面を精密加工し、その表面に能動光素子あるいは受動光素子を搭載して光ファイバと光学的に結合させる際に、能動光素子自体を発光させることなく、又は受動光素子及び光ファイバに光を通して光出力をモニターすることなく、光軸のアライメントを行うパッシブアライメント法による接続方法が盛んに研究、開発されている。この接続方法により、将来大量に需要が予想される、加入者系（一般家庭及び個人向け）光通信用デバイスの大量生産が可能となり、低価格化を成しえるものと考えられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図4に示すような従来の構成では、急激な温度変化が生じた場合で、特に搭載する光素子長が長尺な場合や光素子と搭載部の熱膨張係数の差が大きい場合には、熱膨張係数の差に起因して光素子と光ファイバとの接続部の位置変動が生じ、光素子と光ファイバとの光学的な接続損失が増大し、光学的特性が変動するという問題点があった。

【0007】従って、本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は、熱膨張係数の差に起因して生じる、光素子と光ファイバとの接続部の位置変動、それによって生じる接続損失の増大を防止することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の光接続部品は、搭載すべき光素子の熱膨張係数と略等しい熱膨張係数を有するベース基板と、該ベース基板上に載置固定される光素子搭載用基板とからなり、該光素子搭載用基板は中央に光素子搭載部、両端側に光素子に結合すべき光ファイバ設置用のV溝が形成されており、かつ光素子搭載部に分割溝が設けられていることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の光接続部品を、図1～図3により説明する。図1は光接続部品の斜視図、図2はLN光変調素子を搭載した光接続部品の斜視図、図3は光接続部品の製造工程を説明するものであり、(a1)～(c1)は光接続部品の側面図で(a2)～(c2)は光接続部品の正面図である。

【0010】図1において、ベース基板1上に光素子搭載用基板2が載置固定され、光素子搭載用基板2の両端側には、光素子に結合すべき光ファイバ設置用のV溝3A、3Bが形成されている。光素子搭載用基板2の中央には、V溝3A、3Bを各々有する2つの領域に2分割するように、分割溝5によって分断された光素子搭載部（以下搭載部と略す）4A、4Bが形成されている。図2は、LN光変調素子6を搭載した状態を示す。尚、図1、2において、図4と同一箇所には同じ符号を付している。

【0011】上記本発明において、ベース基板1の材料は搭載すべき光素子の材料と同じであれば熱膨張係数も等しくなるが、必ずしも材料が同じである必要はなく熱膨張係数が略等しいことが必要である。ベース基板1の材料としては、LN、タンタル酸リチウム単結晶(LT)、四ホウ酸リチウム単結晶(LBO)等の酸化物結晶、又はBK7(ホーヤ株式会社製商品名)、石英等のガラス、又はSi、GaAs、InP等の半導体が好ましい。これらの材料は、光導波路素子、半導体光導波路素子等の光素子に通常使用される材料と同じであるか、又は光素子と熱膨張係数が略等しい材料である。

【0012】また、光ファイバと光素子の接続部での変動を抑制するうえで、ベース基板1の熱膨張係数は光素子の熱膨張係数から20%程度迄ずれていても許容できる。その場合、ベース基板1の熱膨張係数は光素子と光素子搭載用基板2の間の値であることが好適であり、熱膨張係数の差に起因する接続部での変動を有効に緩和する。それに反して、ベース基板1の熱膨張係数が最も大きい、最も小さい場合には、温度変化に対して光接続部品全体が反り易くなり不適である。

【0013】前記光素子搭載用基板2は、微細加工に適するよう所望の硬度、韌性、若しくはへき開性を有するものであればよく、シリコン等の結晶材料が好ましい。

【0014】前記V溝3A、3Bは異方性エッチング等により容易に形成でき、光ファイバを安定的に設置できるので、断面形状をV形としている。V形の他に凹形、半円形等も適用できるが、本発明はV形としている。

【0015】また、V溝及び搭載部4、4A、4Bは、KOHによる異方性エッチング法、反応性イオンエッチング法等のドライエッチング法、フォトリソグラフィ法、機械的精密加工法等により形成される。

【0016】光素子搭載用基板2に形成される分割溝5は、光素子の長手方向(両V溝を結ぶ方向で、図1のC方向)に略垂直な幅方向(D方向)に沿って搭載部4を完全に分割し、光素子搭載用基板2の厚さ以上の深さにするという形態が、熱による全体の反り等の変形を最も有効に抑制でき、加工のし易さの点で好ましい。また、分割溝5は搭載部4をD方向において完全に分割せずともよく、その場合、D方向に沿って搭載部4が1/3~2/3程度分割されるようにするのが、全体の反り等の変形を有効に抑制するという効果が得られ、好適である。1/3より小さいと変形を有効に抑制できず、2/3より大きいと分割の残部が狭くなり熱変形による応力で破壊されやすくなる。更に、分割溝5は深さ方向においても、光素子搭載用基板2の厚さ以上に設けなくてもよいが、上記のように光素子搭載用基板2の厚さ以上に設けるのが、強度的に好ましい。

【0017】前記分割溝5は前記D方向に沿って形成しなくてもよく、D方向に対し斜め方向に沿っていてもよいが、D方向に沿う方が、搭載部4A、4Bにかかる応

力を一様かつ同じ大きさに抑制するうえで好適である。分割溝5がD方向に対し斜め方向に沿う場合、搭載部4A、4Bが回転対称等の対称的な形状となるのが、搭載部4A、4Bにはほぼ同じ応力がかかり応力が均一に分散され好ましい。

【0018】更に、分割溝5を搭載部4に複数設けてもよいが、その数があまり多いと加工に時間がかかり、エッチング用のマスク形状が複雑になりコストアップの原因になり、また分割溝5間の凸部が強度的に脆くなるため、2個以上10個以下が好適である。その場合、複数の分割溝5を平行に形成するのが、応力を均一に分散させる点でよい。

【0019】かくして、本発明は熱膨張係数差に起因する光素子と光素子搭載用基板の応力が吸収され、光ファイバと光素子の接続部での変動が抑制されて安定した信頼性のある光素子の機能、動作が実現できる。

【0020】更に本発明において、光素子に電界、音響等を印加するための電極あるいは圧電トランスデューサ等が形成してあり、それが形成された面を搭載部4に当接させて実装する場合には、搭載部4上にリード電極等を形成してもよい。

【0021】本発明の光接続部品の製造工程を、図3を用いて以下に説明する。主な工程は以下の(1)~(4)からなる。

【0022】(1)、(a1)、(a2)に示すように、ベース基板1の親基板(例えばウエハ)と、研磨済の光素子搭載用基板2の親基板(例えばウエハ)を洗浄して、ベース基板1を親水化处理し、次いで公知の表面活性化接合法により、両親基板の接合を行う。このとき、両親基板の熱膨張差が比較的大きく両親基板の反りが大きい場合は、光素子搭載用基板2の親基板の平坦性を向上させるべく再度研磨してもよい。

【0023】(2)、(b1)、(b2)に示すように、KOHによる異方性エッチング法、反応性イオンエッチング法等のドライエッチング法、フォトリソグラフィ法又は機械的精密加工法等により、V溝3A、3B及び搭載部4を形成する。

【0024】(3)、(c1)、(c2)に示すように、ダイシング、KOHによる異方性エッチング法又は反応性イオンエッチング法等のドライエッチング法により、光素子搭載用基板2の親基板の搭載部4を、ベース基板1との接合面に到る以上の深さで分割するよう分割溝5を形成して、搭載部4A、4Bとする。

【0025】(4)、上記(2)、(3)の工程を両親基板の複数箇所で行うか、順次複数箇所で行い、最後に個々の光接続部品を切り出す。

【0026】上記表面活性化接合法は、低温で接合可能な直接接合法の1種であり、Si-Si接合、Si-化合物半導体接合、圧電体-Si接合等に応用され、例えばLNとシリコンをウエハボンディングする場合、LN

を親水化処理した後、窒素雰囲気中で200～500℃の加熱により接合する。その接合界面には厚さ3nm程度のアモルファス層が形成され、それが接合層として機能する。

【0027】尚、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更は何等差し支えない。

【0028】

【実施例】本発明の実施例を以下に示す。図1、2に示すように、ベース基板1としてのLN基板上に、光素子搭載用基板2としてのシリコン基板を載置固定した。LN基板は搭載されるLN光変調素子6と同じ熱膨張係数(14.4×10⁻⁶/℃)を有し、また表面活性化接合法によりシリコン基板(熱膨張係数3.6×10⁻⁶/℃)と接合した。

【0029】光ファイバ設置用のV溝3A、3Bと、LN光変調素子6を搭載する未分割の搭載部4は、異方性ウェットエッチング法により形成した。V溝3A、3Bに光ファイバを設置したときに、光ファイバのコアの位置(主に高さ)と、LN光変調素子6のコアの位置(主に高さ)とが合うように精密加工した。またシリコン基板のほぼ中央部には、両V溝3A、3Bを結ぶ方向(C方向)に略垂直な方向(D方向)に沿って、シリコン基板が2つに完全に分割されるように分割溝5を形成し、搭載部4A、4Bを設けた。分割溝5は、深さがLN基板とシリコン基板との接合面にちょうど達する深さとなるようにした。

【0030】本実施例においては、以下のようにして光接続部品を製造した。

【0031】(1)、研磨済のシリコン基板の親基板に、親水化処理したLN基板の親基板を、表面活性化接合法により直接接合すべく、窒素雰囲気中で約400℃に加熱した。

【0032】(2)、シリコン基板の親基板の表面に、KOHによる異方性エッチング法によりV溝3A、3B及び未分割の搭載部4を形成した。

【0033】(3)、ダイシングにより、シリコン基板の親基板の搭載部4の中央部に相当する部分を、ちょうど接合面の深さに達する深さで、搭載部4が2つに分割され搭載部4A、4Bとなるように、分割溝5を形成し

た。

【0034】(4)、(2)の工程をシリコン基板の親基板の複数箇所で行い、(3)の工程を該複数箇所で行い、最後に個々の光接続部品を切り出した。

【0035】このような光接続部品を室温の雰囲気中で使用した場合の、搭載したLN光変調素子6と光ファイバとの位置ずれによる接続損失について測定したところ、従来例でみられた接続損失の増大はまったく検知されなかった。また、熱膨張係数の差に起因する、LN光変調素子6と搭載部4との接着部の反りは観察されなかった。

【0036】

【発明の効果】本発明は、ベース基板が搭載すべき光素子の熱膨張係数と略等しく、光素子搭載用基板の搭載部を完全にあるいは部分的に分割することにより、パッシブアライメント方式による光素子と光ファイバとの光軸調整が容易に行え、周囲の温度変化による接続部の位置変動、接続損失等の変動が少なく、また全体の反りも抑制・防止できるという効果が得られる。更に、本発明の光接続部品は簡易なプロセスで製造でき量産性に優れているため、低コストで製造できるという効果も有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光接続部品の斜視図である。

【図2】本発明のLN光変調素子を搭載した光接続部品の斜視図である。

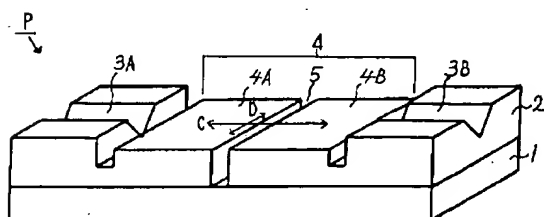
【図3】本発明の光接続部品の製造工程を説明するものであり、(a1)～(c1)は光接続部品の側面図で(a2)～(c2)はその正面図である。

【図4】従来の光接続部品の斜視図である。

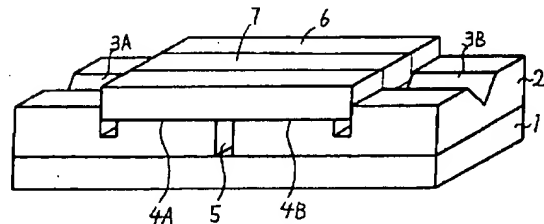
【符号の説明】

- 1：ベース基板
- 2：光素子搭載用基板
- 3A：V溝
- 3B：V溝
- 4：搭載部
- 4A：搭載部
- 4B：搭載部
- 5：分割溝
- 6：LN光変調素子

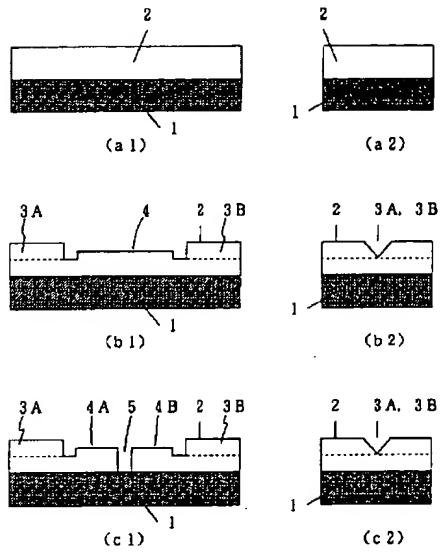
【図1】



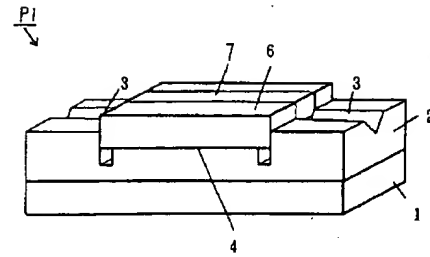
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H04B 10/12

識別記号

F I

DERWENT-ACC-NO: 1998-301429

DERWENT-WEEK: 199828

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Optical connection component for e.g.
optical information processor - has division
grooves formed at centre of optical element mounting area of
silicon substrate dividing mounting area into two
optical element mounting portions

PATENT-ASSIGNEE: KYOCERA CORP[KYOC]

PRIORITY-DATA: 1996JP-0258155 (September 30, 1996)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 10104472 A	April 24, 1998	N/A
005 G02B 006/42		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP 10104472A	N/A	1996JP-0258155
September 30, 1996		

INT-CL (IPC): G02B006/42, H01L031/0232 , H04B010/12 ,
H04B010/13 ,
H04B010/135 , H04B010/14

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 10104472A

BASIC-ABSTRACT:

The component includes a silicon substrate (2) fixed on a base substrate (1).
An optical element is mounted on the silicon substrate. The thermal expansion coefficients of both substrates are equal.

The silicon substrate has V-grooves (3A,3B) for optical fibre installation formed on both sides and an optical element mounting area (4)

formed in the
middle. A division groove (5) is formed at the centre of the
optical element
mounting area dividing the mounting area into two optical element
mounting
portions (4A,4B).

USE - For e.g. optical fibre sensor, optical communication
apparatus, optical
computer.

ADVANTAGE - Simplifies optical axis adjustment with optical
element and optical
fibre through passive alignment system since optical element
mounting area is
divided into two optical element mounting portions. Lessens
fluctuation e.g.
position variation of connection caused by change in surrounding
temperature
and connection loss. Reduces manufacturing cost since
manufacture process is
simple.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/4

TITLE-TERMS: OPTICAL CONNECT COMPONENT OPTICAL INFORMATION
PROCESSOR DIVIDE

GROOVE FORMING CENTRE OPTICAL ELEMENT MOUNT AREA
SILICON SUBSTRATE
DIVIDE MOUNT AREA TWO OPTICAL ELEMENT MOUNT PORTION

DERWENT-CLASS: P81 U12 V07 W02

EPI-CODES: U12-A01C; V07-G02; V07-G10C; W02-C04A9; W02-C04B1;

SECONDARY-ACC-NO:
Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-236005